

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 2001-270797

(43)Date of publication of application : 02.10.2001

(51)Int.Cl.

C30B 29/06  
H01L 21/208

(21)Application number : 2000-088144

(71)Applicant : WACKER NSCE CORP

(22)Date of filing : 28.03.2000

(72)Inventor : SUNAKAWA TATSUNORI  
TAMAKI TERUYUKI  
KISHIDA YUTAKA  
OHASHI WATARU  
OKUBO MASAMICHI**(54) APPARATUS FOR PRODUCING SILICON SINGLE CRYSTAL****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an apparatus for producing silicon single crystal, capable of increasing the cooling effect on the single crystal, raising the pulling velocity to improve the productivity, having a simple structure and high safety and superior handleability, in a method for producing silicon single crystal by a Czochralski method.

**SOLUTION:** This apparatus for producing silicon single crystal has a radiant heat reflection body which encloses a single crystal while being pulled, has an upper part of a ring-shaped rim and a lower part decreasing in a diameter downward and a radiant heat shield body surrounding the outside of the radiant heat reflection body with laying a heat insulating material between the radiant heat shield body and the radiant heat reflection body. The radiant heat reflection body and the radiant heat shield body are united at least two connection parts and are not in contact with each other except the connection parts.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

14.06.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-270797

(P2001-270797A)

(43) 公開日 平成13年10月2日 (2001.10.2)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 3 0 B 29/06	5 0 2	C 3 0 B 29/06	5 0 2 C 4 G 0 7 7
H 0 1 L 21/208		H 0 1 L 21/208	P 5 F 0 5 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-88144 (P2000-88144)

(22) 出願日 平成12年3月28日 (2000.3.28)

(71) 出願人 000111096

ワッカー・エヌエスシーイー株式会社  
東京都中央区八丁堀三丁目11番12号

(72) 発明者 砂川 辰則

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72) 発明者 玉木 輝幸

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(74) 代理人 100072349

弁理士 八田 幹雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコン単結晶製造装置

(57) 【要約】

【課題】 チョクラルスキー法によるシリコン単結晶の製造において、単結晶の冷却効果を高め、引き上げ速度を上げて生産性を向上させると共に、装置構造が簡素で、安全性およびハンドリング性に優れるシリコン単結晶製造装置を提供する。

【解決手段】 引き上げ中のシリコン単結晶を取り囲み、上部が環状のリムで、その下部が下に向かう程縮径された輻射熱反射体と、該輻射熱反射体の外側を断熱材を挟んで取り囲む輻射熱遮蔽体を有し、該輻射熱反射体と該輻射熱遮蔽体は少なくとも2箇所の接続部で一体化し、接続部以外では互いに接触していないシリコン単結晶製造装置である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 チョクラルスキー法によるシリコン単結晶の製造装置であって、

引き上げ中のシリコン単結晶の周りを取り囲み、上部が環状のリム部で、その下部が下に向かう程縮径された輻射熱反射体と、

該輻射熱反射体の外側を、加熱ヒーター、ルツボおよびシリコン融液の表面から該輻射熱反射体への直接の熱輻射を遮るようにして、断熱材を挟んで取り囲む、輻射熱遮蔽体とを有し、

該輻射熱反射体と該輻射熱遮蔽体は、少なくとも 2 箇所の接続部で一体化し、該接続部以外は互いに接触していないことを特徴とするシリコン単結晶製造装置。

【請求項 2】 該輻射熱反射体と該輻射熱遮蔽体の材質が、黒鉛あるいは C/C コンポジット製である請求項 1 に記載のシリコン単結晶製造装置。

【請求項 3】 該輻射熱反射体の縮径部の結晶に面している表面が、輻射率が 0.5 以下の素材で被覆されてなることを特徴とする請求項 2 に記載のシリコン単結晶製造装置。

【請求項 4】 該輻射熱反射体の縮径部の最下部が、縮径部全高さの少なくとも 10 分の 1 以上で、水平面に対して 40°～50° の角度の傾斜断面を持つ請求項 1～3 の何れか 1 項に記載のシリコン単結晶製造装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、チョコラルスキー法によるシリコン単結晶の製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】チョコラルスキー法によるシリコン単結晶の引き上げにおいては、生産性を向上させるため、引き上げ速度を高めることが、課題の 1 つとなっている。引き上げ速度を上げるためには、単結晶と融液の固液界面での熱バランスから、原理的には固液界面近傍の垂直方向の結晶温度勾配を大きくすることが有効である。

【0003】そのため、従来より様々な方法が提案されてきた。例えば、特公平 5-35715 号公報においては、上部に環状リム部をもち、その下部は内側面上端から下端側に向かうに従って縮径された逆円錐台形環状で、該内面側と外面側の間に融液面に近づくに従って一部又は全体に亘って厚さを大きくした断熱材を有する熱遮蔽体により、加熱部やルツボ等の高温部から結晶への輻射入熱を抑制し、結晶の成長方向の温度勾配を大きくして引き上げ速度を高めている（図 4 参照のこと）。

【0004】また、水冷筒を擁して結晶を効果的に冷却する装置にて、結晶の成長方向の温度勾配を大きくして引き上げ速度を高めている特開昭 63-256593 号公報、特開平 11-92272 号公報、等に記載されているような技術もある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特公平 5-35715 号公報については、高温部から結晶への輻射入熱を抑制しているが、結晶からの積極的な輻射放熱を促進する方策が講じられていないため、引き上げ速度向上効果が小さい問題があった。また、水冷筒を使用する方法は、引き上げ速度向上効果が大きいものの、装置が複雑となることや、高価な安全対策を施す必要があることおよびハンドリングが難しくなる等の問題があった。

10 【0006】即ち、本発明が解決しようとする課題は、チョコラルスキー法によるシリコン単結晶の製造において、単結晶の引き上げ速度を上げて生産性を向上させると共に、装置構造が簡素で、安全性、およびハンドリング性に優れたシリコン単結晶製造装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の問題を解決するための装置としては、第一に、チョコラルスキー法によるシリコン単結晶の製造装置であって、引き上げ中のシリコン単結晶の周りを取り囲み、上部が環状のリム部で、その下部が下に向かう程縮径された輻射熱反射体と、該輻射熱反射体の外側を、加熱ヒーター、ルツボおよびシリコン融液の表面から該輻射熱反射体への直接の熱輻射を遮るようにして、断熱材を挟んで取り囲む、輻射熱遮蔽体とを有し、該輻射熱反射体と該輻射熱遮蔽体は、少なくとも 2 箇所の接続部で一体化し、該接続部以外は互いに接触していないことを特徴とするシリコン単結晶製造装置である。

30 【0008】すなわち、輻射熱反射体の外側の断熱材と輻射熱遮蔽体とで、加熱ヒーターやルツボおよびシリコン融液等の高温部からシリコン単結晶への輻射入熱を抑制する。加えて、輻射熱反射体により、その表面で、シリコン単結晶から放射される輻射熱を反射して上方にある炉体の水冷壁へ逃がすことでシリコン単結晶からの輻射放熱を促進する。

40 【0009】このとき、輻射熱遮蔽体と輻射熱反射体の間には断熱材が挟まれているため、高温部からの輻射を受けて自らも高温になった輻射熱遮蔽体から、輻射熱反射体への輻射伝熱は抑制される。更に、輻射熱反射体と輻射熱遮蔽体は、接続部以外は離れているので、輻射熱遮蔽体から輻射熱反射体への伝導伝熱はほとんどない。従って、輻射熱反射体の表面温度は、従来法である単純に断熱材を輻射熱遮蔽体で囲んで断熱を強化した場合の遮蔽体の結晶側表面温度に比べて、より低下する。従って、シリコン単結晶から輻射熱反射体への輻射放熱がより促進され、結晶の成長方向温度勾配は大きくなり、引き上げ速度は上がる。

50 【0010】装置の第二としては、第一の装置に加えて、該輻射熱反射体と該輻射熱遮蔽体の材質が、黒鉛あるいは C/C コンポジット (Carbon Carbon Composit

e; カーボン/カーボン複合材料) 製であることを特徴とするシリコン単結晶製造装置である。

【0011】これは、輻射熱反射体と輻射熱遮蔽体の耐熱性を高め、装置の寿命を向上させると共に、結晶が金属汚染されることを抑制する。

【0012】装置の第三としては、第二の装置に加えて、該輻射熱反射体の縮径部の結晶に面している表面が、輻射率が0.5以下の素材で被覆されてなることを特徴とするシリコン単結晶製造装置である。

【0013】これは、黒鉛あるいはC/Cコンポジット製輻射熱反射体の表面輻射率が、通常0.7~0.9程度であり、反射率がそれほど高くないので、より反射効果を高めるために、輻射率を低下させる素材で反射体表面を被覆するものである。但し、輻射率0.6程度では母材とあまり変わらず、反射効果が薄いことが判ったため、SiC等、輻射率0.5以下の素材で被覆することが好ましい。これにより、シリコン単結晶から輻射熱反射体を経由して、上方の炉体水冷壁面への輻射放熱がより促進され、シリコン結晶の引き上げ速度は更に上がる。

【0014】装置の第四としては、第一の装置に加えて、該輻射熱反射体の縮径部の最下部が、縮径部全高さの少なくとも10分の1以上で、水平面に対して40~50°の角度の傾斜断面を持つことを特徴とするシリコン単結晶製造装置である。

【0015】これも、黒鉛あるいはC/Cコンポジット製輻射熱反射体の表面輻射率が、通常0.7~0.9程度であり、反射率がそれほど高くないという同様の理由から、最下部については、水平面に対して40~50°の角度を付け、単結晶からの輻射熱を上部の炉体水冷壁面へ反射する効果をより高めて、更に結晶の冷却効果を向上させている。引き上げ速度向上には、結晶下部の冷却が最も有効なことから、輻射熱反射体最下部に40~50°の角度をつけている。

【0016】また、第三の装置と第四の装置は両者を組み合わせることで、より輻射熱反射体の反射効果が高まり、引き上げ速度は更に上がる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の一形態の装置断面を図1に示す。同図において、最外周は炉体水冷壁1で覆われている。中央部には、昇降および回転可能な黒鉛製ルツボ2で支えられた石英ルツボ3が配置され、その中にシリコン融液4が入っている。黒鉛ルツボ2の外側には加熱装置(加熱ヒーター)5が設置され、シリコン融液を加熱保温している。炉体水冷壁1の上方中央部には、昇降および回転が可能な単結晶引上手段が設けられており、先端部に種結晶が取り付けられ、融液と接触させて回転上昇しながら結晶6を引き上げるようになってい

る。

【0018】本発明装置の特徴は、シリコン単結晶6の

周りを、上部が環状のリム部7aで、その下部が下に向かう程縮径された黒鉛あるいはC/Cコンポジット製の輻射熱反射体7で取り囲み、更に該輻射熱反射体7の外側を、加熱ヒーター5、ルツボ2、3およびシリコン融液4の表面から該輻射熱反射体7への直接の熱輻射を遮るようにして、炭素系断熱材8を挟んで取り囲む、黒鉛あるいはC/Cコンポジット製の輻射熱遮蔽体9を有し、該輻射熱反射体7と該輻射熱遮蔽体9は少なくとも2箇所の接続部を持って一体化し、該接続部以外は互いに接触していないことである。

【0019】図示したように、輻射熱反射体7と輻射熱遮蔽体9は直接接せず、両リム部に隙間を設け、反射体7に遮蔽体9をボルトで周方向に数カ所だけ吊った構造としている。反射体7と遮蔽体9の隙間は、離れ過ぎるとその隙間からSiOガス等が入り込むため、離間距離は20mm以下が好ましい。反射体7と遮蔽体9は、ボルトで接続された僅かな面積で、且つ単結晶と融液の界面から離れた部分でのみ接触しているため、遮蔽体9から反射体7への伝導伝熱の影響は、特に固液界面に近い部分ではほとんど無視できる。従って、高温部から反射体への輻射入熱を抑制する断熱材と遮蔽体の効果と合わせて、反射体の温度上昇を抑えて、結晶冷却効果は向上する。ところで、反射体7と遮蔽体9を一体化する方法は、上部リム部のボルト接続に限らず、反射体の縮径部と遮蔽体の垂直部にピン孔を開けてピンで吊る方法等、反射体7と遮蔽体9を直接接せず且つ接続部の面積が小さい方法であればよい。これにより、熱遮蔽体、断熱材、熱反射体が一体化して、ハンドリングが良好となる。また、装置構造も水冷筒等を使用した場合と比べて簡素で、且つ装置は安価である。

【0020】図2は、輻射熱反射体7のシリコン単結晶側表面に、カーボンをCVI(Chemical Vapor Impregnation)含浸させて被覆し、表面の輻射率を0.5以下にした輻射熱反射体表面10を示している。被覆材としては輻射率を0.5以下にできるものであればよいが、上記の他にはSiC等、熱膨張率が母材と近いものが、剥離等のトラブルを防止する面から好ましい。

【0021】図3は、輻射熱反射体7の下部が水平面に対して40~50°の角度の垂直断面を持つ輻射熱反射体下部11を示している。40~50°の角度をもつ熱反射体下部11は、熱反射体全体の高さの10分の1より小さいと効果は小さいため、10分の1以上が必要である。また、ルツボや加熱ヒーター等の炉内構造の制約があるため、40~50°の熱反射体下部11を大きくすれば断熱材の厚みが薄くなり、熱遮蔽効果が弱まるため、2分の1以下が好ましい。

【0022】

【実施例】図1に示す装置を使用し、輻射熱反射体7と輻射熱遮蔽体9は黒鉛製、断熱材8は炭素系断熱材とし、実施例1では、輻射熱反射体7の下部を上部の延長

で縮径した第一の装置を用いたもの、実施例2では、図2に示すように、輻射熱反射体7のシリコン単結晶側表面をカーボンのC V I 含浸で表面放射率を0.4としたもの、実施例3では、図3に示すように、輻射熱反射体7の下部3分の1を水平面に対して45°としたもの、および実施例4では、輻射熱反射体のシリコン単結晶側表面をカーボンのC V I 含浸で放射率0.4に被覆し、且つ輻射熱反射体7の下部3分の1を水平面に対して45°としたもの、でそれぞれシリコン単結晶を引き上げた。

【0023】また、比較のために、実施例5では、図4に示す、内部に炭素系断熱材を含む黒鉛製熱遮蔽板を使\*

\*用した従来の装置で比較例として同様の引き上げを行った。その結果の引き上げ速度を比較例を1とした相対比で表1に示す。

【0024】本発明では、従来法での引き上げ速度に比べて1.2倍以上の引き上げ速度向上効果があることが判る。特に、輻射熱反射体表面を放射率0.4とし、且つ反射体下部を水平面に対して45°としたものは効果が高く、従来の1.4倍の引き上げ速度で結晶成長可能である。

10 【0025】

【表1】

		引き上げ速度 (比較例=1)
実施例1に記載の装置	本発明	1.2
実施例2に記載の装置	本発明	1.3
実施例3に記載の装置	本発明	1.3
実施例4に記載の装置	本発明	1.4
実施例5に記載の従来装置	比較例	1.0

【0026】

【発明の効果】以上のように、本発明装置では、チョクラルスキー法によるシリコン単結晶の製造において、単結晶の引き上げ速度を上げて生産性を向上させると共に、装置構造が簡素で、安全性およびハンドリング性に優れるシリコン単結晶の製造を可能とする。

【図面の簡単な説明】

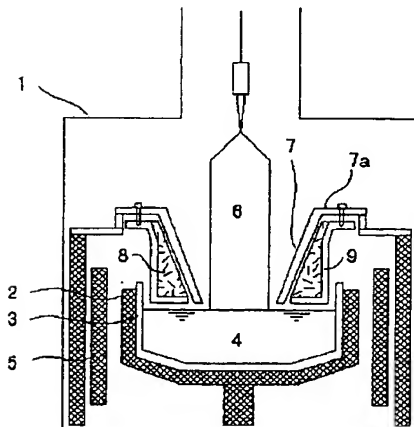
【図1】 本発明の第一の装置を示す縦断面図である。  
 【図2】 本発明の第二の装置を示す縦断面図である。  
 【図3】 本発明の第三の装置を示す縦断面図である。  
 【図4】 従来のチョクラルスキー法によるシリコン単\*

※結晶引上装置の縦断面図である。

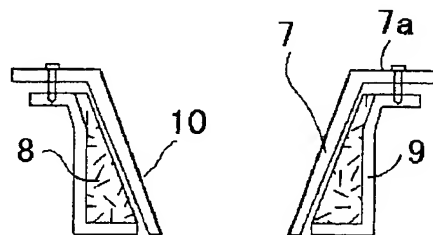
【符号の説明】

1…炉体水冷壁、2…黒鉛製ルツボ、3…石英ルツボ、4…シリコン融液、5…加熱装置、6…シリコン単結晶、7…輻射熱反射体、7a…輻射熱反射体の上部の環状のリム部、8…断熱材、9…輻射熱遮蔽体、10…表面を放射率0.5以下に被覆した輻射熱反射体、11…水平面に対して40°～50°の角度をもつ輻射熱反射体下部。

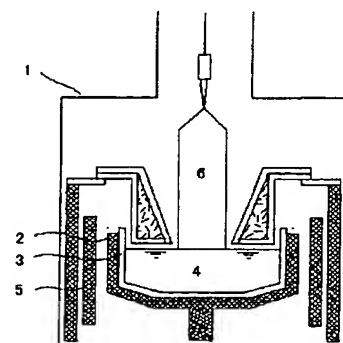
【図1】



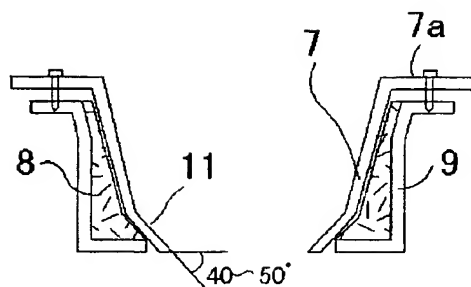
【図2】



【図4】



【図3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岸田 豊  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72)発明者 大橋 渡  
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式  
会社技術開発本部内

(72)発明者 大久保 正道  
山口県光市大字島田3434 ニッテツ電子株  
式会社内

Fターム(参考) 4G077 AA02 BA04 CF10 EG19  
5F053 AA13 AA22 BB13 BB60 DD01  
FF04 GG01 RR05 RR20